

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-340353

(43)Date of publication of application : 24.12.1996

(51)Int.Cl. H04L 12/56  
H04L 12/26

(21)Application number : 07-345026 (71)Applicant : AT & T CORP

(22)Date of filing : 08.12.1995 (72)Inventor : SHUR DAVID H

(30)Priority

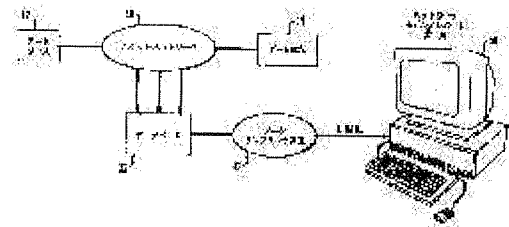
Priority number : 94 351998 Priority date : 08.12.1994 Priority country : US

## (54) TRANSMISSION DELAY MEASUREMENT METHOD FOR PACKET NETWORK AND SYSTEM THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure and predict transmission delay inside a packet network at a low cost by generating the statistic of the packet transmission delay of a constituting element based on measurement data relating to a packet switchboard and generating a packet delay statistic between terminals from the statistic.

SOLUTION: This system reads the relating measurement data for maintenance stored and gathered inside a data base 32 for the respective switchboards corresponding to a data source 12 and a data destination 14 and sends them to a network model/report device 50. The device 50 inputs the measurement data for the maintenance to a network modeling program and estimates the inter-terminal delay distribution of the packet network 10. At the time of performing analysis, it is assumed that all queues are independent so as to be trackable, Erlang probability distribution is adapted to the delay between the two terminals and the service delay performance of the network 10 is predicted. Thus, measurement is performed at a low cost without bringing trouble to the other systems.



(43)公開日 平成8年(1996)12月24日

審査請求 未請求 請求項の数21 FD (全 9 頁)

(7d) 代理人 弁理士 三俣 弘文

(2)

特開平 8-340353

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のパケット交換機を有するパケットネットワークにおいて、パケットの伝送遅延を測定するパケットネットワーク伝送遅延測定方法において、

(a) パケット交換機に関する測定データを収集するステップと、

(b) 前記パケット交換機に関する測定データに基づいて構成要素のパケット伝送遅延の統計値を生成するステップと、

(c) 前記構成要素のパケット伝送遅延統計値から端末間のパケット伝送遅延統計値を生成するステップとからなることを特徴とするパケットネットワークの伝送遅延測定方法。

【請求項 2】 (d) ソースポイントと宛先ポイントとの間のパケット伝送遅延をサンプルするためにソースポイントと宛先ポイントをランダムに選択するステップと、

(e) 前記ランダムに選択したソースポイントと宛先ポイントの間の回路上に配置されたパケット交換機を識別するステップと、

をさらに有し、前記構成要素のパケット伝送遅延統計値は、前記識別されたパケット交換機に対し、収集された測定データに基づいて各識別されたパケット交換機に対し決定されたものであることを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 3】 (f) ネットワークデータベース内に前記収集されたパケット交換に関する測定データを収集するステップをさらに有することを特徴とする請求項 2 の方法。

【請求項 4】 前記の収集されたパケット交換に関する測定データを前記ネットワークデータベースから構成要素と端末間のパケット伝送統計値を決定するプロセッサ手段に転送することを特徴とする請求項 3 の方法。

【請求項 5】 前記ランダムに選択されたソースポイントと宛先ポイントとの間の回路上に配置されたパケット交換機は、ルーティングテーブルを用いて識別されることを特徴とする請求項 2 の方法。

【請求項 6】 前記収集されたパケット交換に関する測定データは、前記ネットワークデータベースから前記プロセッサ手段に電子メールで送信されることを特徴とする請求項 4 の方法。

【請求項 7】 前記収集されたパケット交換に関する測定データは、前記ネットワークデータベースから前記プロセッサ手段にファイルトランザクションで送信されることを特徴とする請求項 4 の方法。

【請求項 8】 前記パケット交換に関する測定データは、パケットカウント、バイトカウント、回路速度、エラーフレームレート、平均パケットサイズ、パケット再伝送率、パケット交換利用率、回路交換利用率等のデータを含むことを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 9】 各識別されたパケット交換に関する前記構成要素遅延測定値の決定は、

(a) 前記パケット交換に関する測定データに基づいて平均パケット伝送遅延を決定するステップと、

(b) 前記パケット交換に関する測定データに基づいてパケット遅延の分散値を決定するステップとからなることを特徴とする請求項 2 の方法。

【請求項 10】 前記端末間遅延統計値の決定は、各識別されたパケット交換に関する平均パケット伝送遅延値とパケット遅延の分散値を加算するステップを含むことを特徴とする請求項 9 の方法。

【請求項 11】 遅延伝送値の高いパーセンタイルは、アーラン確率分布を端末間値の遅延分布に適合することにより決定することを特徴とする請求項 10 の方法。

【請求項 12】 遅延統計値の高いパーセンタイルの概算レポートを生成するステップをさらに有することを特徴とする請求項 11 の方法。

【請求項 13】 複数のパケット交換機を有するパケットネットワーク内のパケット伝送遅延を測定するシステムにおいて、

(a) 前記パケット交換機に関する保守測定データを収集しストアする手段と、

(b) 前記パケット交換に関する測定データに基づいて要素パケット遅延統計値と端末間パケット遅延統計値とを決定するプロセッシング手段と、

(c) 前記 (a) の手段から前記ストアされた保守測定データ値を前記プロセッサ手段に送信するステップとからなることを特徴とするパケット伝送遅延の測定システム。

【請求項 14】 前記 (b) のプロセッシング手段は、(a) ソースポイントと宛先ポイント間のパケット伝送遅延をサンプルするためにソースポイントと宛先ポイントとをランダムに選択し、

(b) 前記ランダムに選択されたソースポイントと宛先ポイント間の回路上に配置されたパケット交換機を識別することを特徴とする請求項 13 のシステム。

【請求項 15】 前記構成要素パケット遅延統計値は、特定の識別されたパケット交換機に対する収集された測定データに基づいて各識別されたパケット交換機に対し決定されることを特徴とする請求項 14 のシステム。

【請求項 16】 前記パケット交換機はルーティングテーブルを用いて識別されることを特徴とする請求項 14 のシステム。

【請求項 17】 前記構成要素遅延統計値は、

(a) 各識別されたパケット交換機に対し、伝送された測定データから決定された各識別されたパケット交換機に対する平均パケット伝送遅延値と、

(b) 各識別されたパケット交換機に対し、伝送された測定データから決定された各識別されたパケット交換機に対するパケット遅延の分散値とを含むことを特徴とす

(3)

特開平8-340353

3

4

る請求項16のシステム。

【請求項18】 前記プロセッサは、各識別されたパケット交換機に対する平均パケット伝送遅延値とパケット遅延の分散値を加算することにより端末間遅延統計値を決定することを特徴とする請求項17のシステム。

【請求項19】 前記プロセッサは、アーラン確率分布を端末間遅延統計値に適用することにより遅延統計値の高いパーセンタイルを決定することを特徴とする請求項18のシステム。

【請求項20】 前記プロセッサは、遅延統計値の高いパーセンタイルの概算レポートを生成することを特徴とする請求項19のシステム。

【請求項21】 前記パケット交換に関する測定データは、パケットカウント、バイトカウント、回路速度、エラーフレームレート、平均パケットサイズ、パケット再伝送率、パケット交換利用率、回路交換利用率等のデータを含むことを特徴とする請求項13のシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、データ通信ネットワークに関し、特にパケットネットワーク内の伝送遅延を測定するシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】データ通信ネットワークにおいては、データはその間にアイドル期間により分散された高密度のバースト形態で生成される。それ故に平均データレートはピークレートよりもはるかに低い。この種の中断的（バースト的）データを伝送する経済的な方法は、データをパケットに形成し数個の異なるチャネルからのパケットを物理的通信パスに分散することである。従ってこの通信パスは、パケット長に応じた時間の間のみパケットにより占有され、その後このパケットは、異なるデータ端末間に存在する他のパケットにより使用可能となるものである。

【0003】パケットは、ネットワーク内で一体として切り換えられるビットのグループである。またこのパケットは、パケットを識別するために用いられるヘッダを有する。パケットは、特定の方法によりフォーマット化され、データ情報と宛先情報と発信元情報と制御情報とを含む。

【0004】通常のパケット交換ネットワークにおいては、複数のユーザが相互接続されている。パケット交換機をネットワーク内に用いてある回路から受信したパケットを分類し、これらのパケットを各パケットのヘッダ情報に基づいて他の回路に振り向ける。このような通常のパケット交換機は、AT&T社製のTPSSパケット交換機で、これはCCLITX、25パケット交換プロトコルの使用に基づいている。

【0005】データ通信ネットワークにおいてネットワークの性能に関する主な関心事は、情報が処理されユー

ザへ転送される時間である。この時間は通常応答時間あるいはネットワーク伝送遅延と称する。パケット交換ネットワークにおけるネットワーク伝送遅延は、データの伝送速度、伝播時間、ネットワーク内の距離、パケット交換処理時間、待ち行列遅延等の関数である。

【0006】パケットネットワークの性能を評価するために伝送遅延は、特定のパケットの最後のビットがプロバイダの発信中央局装置（例えば発信パケット交換機）に入ったときからプロバイダの宛先中央局装置（例えば宛先パケット交換機）内をパケットの最初のビットが出たときまでの測定された時間である。

【0007】データ通信装置を設計し、保守する際には、ネットワーク伝送遅延を最小にすることが必要である。今日の多くの顧客は、ネットワーク内の許容できる伝送遅延に関し非常に厳しい要求を持っている。顧客は、データ通信ネットワークのプロバイダに対し、伝送遅延が所定のレベルを越えた場合には、ペナルティを払うよう要求することがある。

【0008】それ故にデータ通信システムの設計およびその保守に対し、パケットネットワーク内で伝送遅延を有効に測定することが重要である。さらにシステムの顧客は、伝送遅延を定期的に測定し、そのシステムが顧客のサービス契約の範囲内に入るような性能を有しているか否かを確認しようとしている。

【0009】このようなネットワーク伝送遅延を予測し、あるいは測定するために今日様々な測定システムが用いられている。通常このような測定システムは、2つのカテゴリに分けることができそれを図1に示す。

【0010】このような測定装置の第1のものは、伝送遅延を解析し測定するためにパケットネットワーク10に接続されたハードウェアを有するプロトコルアナライザ20である。伝送遅延は、プロトコルアナライザ20をパケットネットワーク10内の所望の測定点に接続し、特定のパケットに時間を刻印してその特定のパケットの実際の伝送遅延を決定することにより測定される。

【0011】しかしこの種の測定システムは極めて高価である。その理由は各所望の測定点にプロトコルアナライザ20を必要とするからである。顧客がパケットネットワーク10に対し沢山のアクセスポイントを有している場合には、プロトコルアナライザ20をパケットネットワーク10の各アクセスポイントに配置する必要がある。

【0012】このような各所望の測定点にプロトコルアナライザ20を配置するために掛かる費用に加えて各プロトコルアナライザ20はパケットネットワーク10内のサービスノード（パケット交換機の場所）に配置しなければならず、そのためプロトコルアナライザ20を配置するためにスペースが必要となり、またこのような装置を動作するためのパワーも必要となり、そしてそれを接地し保守するためのアクセスも必要となる。

(4)

待開平8-340353

5

6

【0013】伝送遅延を測定するシステムの第2のものは、顧客の端末装置および/またはパケットネットワーク10内の様々な場所にある測定用ソフトウェア22を用いることである。しかしこのような測定用ソフトウェア22は、開発し、テストし、それをパケットネットワーク10内に組み込む必要があり、そしてさらにパケットネットワーク10内のソフトウェアを更新し、変更し、修正する必要がある。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】したがって本発明の目的は、パケットネットワーク10内の伝送遅延を測定および予測するようなコスト的にも安くそして他の系統に類を及ぼさないような測定システムを提供することであり、これによりネットワークに付加されるべきハードウェアおよびソフトウェアを不要とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の伝送遅延測定システムは、パケットネットワーク内の平均伝送遅延および遅延の高い比率を解析し予測するために、保守やエンジニアリングのためにネットワークデータベース内に通常収集されストアされている詳細なパケット交換測定値を用いるものである。本発明のシステムは、様々なソースポイントと宛先ポイントをランダムに選択し、このランダムに選択されたソースポイントと宛先ポイントの間のネットワーク回路構成要素のストアされた保守測定値を取り出すものである。これらの取り出された測定値は、本発明のシステムプロセッサに伝送され、1個のサーバ待ち行列モデルを生成して各識別された構成要素に対する遅延の平均値および分散値を測定する。その後ネットワーク全体の待ち行列モデルを生成して、端末間の平均遅延および端末間の遅延の分散値を決定する。その後アーラン確率分布をこの端末間の平均値あるいは分散値に適用してパケットネットワーク内のパケット伝送遅延の統計値を生成する。

【0016】

【発明の実施の形態】図2においてパケットネットワーク10は、データソース12とデータ宛先14とを接続している。通常このパケットネットワーク10は、沢山の構成要素例えばアクセスライン、ゲートウェイリンク、交換機内トランク、パケット交換機、パケットアッセンブラおよびパケットディアッセンブラ(PAD)、コンセントレータ、マルチプレクサおよびインタフェース等を含む。

【0017】パケットネットワーク10の通常の動作の一部として、パケットネットワーク10は、パケットネットワーク10を適正に動作させるために保守用測定データ30を収集する。この保守用測定データ30は、パケットネットワーク10内のデータベース32にストアされる。この保守用測定データ30は、パケットネットワーク10内を伝送するパケットの量も表わす。

【0018】パケットネットワーク10の各回路に対し、これらの保守用測定データ30には、通常パケットカウント、バイトカウント、回路速度、エラーフレームレート、平均パケットサイズ、パケット再伝送レート、パケット交換利用率および回路利用率等が含まれる。次に保守用測定データ30について詳細に説明する。

【0019】パケットカウントは、所定の時間内でパケットネットワーク10内の特定の構成要素(例えばパケット交換機)により切り換えられるパケットの数を意味する。バイトカウントは、特定の時間内でパケットネットワーク10内の構成要素により切り換えられるパケットの情報フィールドに含まれるバイト数を言う。

【0020】回路速度は、固定パラメータで1秒当たりのビット数で表わしたネットワーク回路の容量を指す。エラーフレームレートは、所定の時間内に誤って受信されたフレームの数(データリンクレイア)を指す。

【0021】平均パケットサイズは、ビットで数えたパケットの平均サイズを指す。パケット再伝送レートは、所定の時間内でパケットネットワーク10内の再転送された(例えば複数回転送された)数を指す。

【0022】パケット交換利用(率)とは、所定の時間内で用いられるパケット交換プロセッサの容量の1部を指す。そしてこのパケット交換利用(率)は、前述のパケットカウントに基づいている。

【0023】回路利用(率)とは所定の時間内に用いられるネットワーク回路の容量の1部を指す。この回路利用(率)は、前述のバイトカウントから算出される。

【0024】図2、3に示すように本発明は、パケットネットワーク10のネットワークモデル40を形成するために特定のネットワーク構成要素に対する前述の保守用測定データ30を用いている。このネットワークモデル40を用いてパケットネットワーク10内の端末間遅延を予測する。

【0025】本発明の1実施例の動作シーケンスを図5-7に示す。パケットネットワーク10内の保守用測定データ30を収集し(ステップ100)、データベース32内にストアする(ステップ110)。このステップ100と110は通常パケットネットワーク10内で実行される。

【0026】通常パケットネットワーク10は、複数のデータソース12と複数のデータ宛先14とを接続しており、そのため特定のデータソース12とデータ宛先14と測定データの日時を識別する必要があり、これによりパケットネットワーク伝送遅延を決定する(ステップ120)。この識別は、ユーザ入力により行われる。

【0027】本発明の1実施例においては、パケットネットワーク10内の異なるポイントをランダムにサンプルするのが好ましい。そのため、この実施例においては、所望のデータソース12とデータ宛先14をランダムに選択し、それらの間のネットワーク伝送遅延を測定

(5)

特開平8-340353

7

8

し、そしてこのような測定データの日時もランダムに選択できる。

【0028】データソース12とデータ宛先14とサンプリングの日時をランダムに選択することにより、本発明はパケットネットワーク10のネットワークモデル40を生成し、パケットネットワーク10に接続されたデータソース12とデータ宛先14との間の実際の測定データを得る必要はない。このような構成が好ましい理由は、パケットネットワーク10内にN個の端末ポイントがある場合には、N<sup>2</sup>個もの端末間パスが存在するからである。例えば5000個の端末ポイントがパケットネットワーク10内にある場合には、測定すべき2500万個のパスが存在する。仮に顧客が時間毎のネットワーク伝送遅延の測定データ（これはサービスの品質（QOS）の測定データと称する）が欲しい場合には、このことは1月当たり約200億個のQOS測定データとなる。ランダムに選択したデータソース12とデータ宛先14に基づいて、ランダムに端末間パスを選択し、ランダムな時間で測定データを取ると、パケットネットワーク10のネットワークモデル40を生成するために必要なQOSサービスの品質測定データの数は劇的に減少する。

【0029】本発明の1実施例ではランダムに選択されたデータソース12とデータ宛先14との間のパケットネットワーク伝送遅延をサンプルしているが、必ずしもランダムである必要はない。したがってランダムにネットワーク伝送遅延をサンプルすることは、本発明の前提要件ではない。実際的にも効率的でもないが、本発明を用いてパケットネットワーク10に接続されるデータソース12とデータ宛先14に基づいて実際の伝送遅延を測定することもできる。

【0030】所望のデータソース12とデータ宛先14がステップ120で識別されると本発明のシステムは、各端末ポイントが接続されるパケットネットワーク10内のパケット交換機を識別する（ステップ130）。このネットワークパケット交換機は、ステップ120で識別されたデータソース12とデータ宛先14に基づいて決定される。

【0031】ステップ140において本発明のシステムは、前に識別されたデータソース12とデータ宛先14との間のトランクとタンデム交換機（もしあれば）を識別する。ステップ130で所望のデータソース12とデータ宛先14を決定すると、本発明はステップ140で公知のルーティングテーブルを用いて、データソース12とデータ宛先14との間のパケットネットワーク10内のトランクとタンデム交換機とを識別する。かくして各所望のデータソース12、データ宛先14に対し、本発明のシステムは、データソース12とデータ宛先14に接続されたパケットネットワーク10内のトランクと関連パケット交換機とを識別する。

【0032】所望のデータソース12を所望のデータ宛先14に接続するパケットネットワーク10内の関連パケット交換機を識別した後、本発明のシステムは、ステップ150でこの識別されたデータソース12とデータ宛先14に対応する各パケット交換機に対し、データベース32内にストアされ収集された関連の保守用測定データ30を読みだし（ステップ100、110）。ステップ160でこの関連の保守用測定データ30をネットワークモデル/レポート装置50に送り、ステップ170でこの関連の保守用測定データ30を図3に示されるネットワークモデル/レポート装置50内で動作するネットワークモデル化プログラムを入力する。このようなデータを伝送する従来公知の方法は、電子メールシステムあるいはファイルトランスファプロトコールを含むものである。

【0033】この関連の保守用測定データ30を用いてネットワークモデル/レポート装置50は、パケットネットワーク10の端末間遅延分布を見積もる。本発明のシステムは、個別のネットワーク構成要素（例えばパケット交換機）に対し単一のサーバM/G/1待ち行列モデルを生成し、図4に示されるような一連のネットワーク待ち行列モデルを構成する。解析を行う際、追跡可能なように全て待ち行列は独立であると仮定する。後述するように、アーラン確率分布を2つの端末間遅延パラメータ（遅延の平均値と分散値）に適応してパケットネットワーク10のサービス遅延性能を予測する。

【0034】かくして、各ネットワーク構成要素（N）に対し本発明のシステムは、ネットワーク構成要素に1個のサーバ待ち行列モデルを生成する。この各構成要素のモデルは2つの主な出力パラメータすなわち平均伝送遅延量（ $m_i$ ）とパケット遅延の分散値（ $\sigma_i^2$ ）とを有する。この平均伝送遅延量（ $m_i$ ）は2つの構成要素すなわち定数部分（ $m_i^c$ ）と可変部分（ $m_i^v$ ）とに分けることができる。この可変部分（ $m_i^v$ ）はパケット遅延のランダムな変動部分から得られる。

【0035】図6のステップ180において、各ネットワーク構成要素（N）に対する平均伝送遅延量（ $m_i$ ）は、M/G/1待ち行列モデルに対する下記の公知の公式を用いて計算できる。

【数1】

$$m_i = \bar{x}_i \left( 1 + \rho_i \frac{(1 + C_{B_i}^2)}{2(1 - \rho_i)} \right)$$

【0036】ここで下式の数2は、平均サービス時間を表わし、 $\rho_i$ はサーバの利用率を表わし、 $C_{B_i}^2$ はサービスタイムの分散値を表わし、下の数3は分散の係数を表わす。

【数2】

$$\bar{x}_i$$

50 【数3】

9

$$C_{oi}^2 = \sigma_{xi}^2 / (\bar{x}_i)^2$$

【0037】次に図6のステップ190において、パケット遅延の分散値 $(\sigma_i^2)$ は、 $M/G/1$ の待ち行列モデルに対する下記の公知の公式を用いて決定される。

【数4】

$$\sigma_i^2 = \left[ \frac{\rho_i \bar{x}_i (1 + C_{hi}^2)}{2(1 - \rho_i)} \right]^2 + \frac{\rho_i}{1 - \rho_i} \frac{\bar{x}_i^3}{3\bar{x}_i} + \sigma_{xi}^2$$

【0038】ここで下記の数5は、サービス時間の第3モーメントを表わす。

【数5】

$$\bar{x}_i^3$$

ここで下記の数6は、平均サービス時間を表し、 $\rho_i$ はサーバの利用率を表わし、 $\sigma_{xi}^2$ はサービスタイムの分散値を表わし、下の数7は分散の係数を表わす。

【数6】

$$\bar{x}_i$$

【数7】

$$C_{oi}^2 = \sigma_{xi}^2 / (\bar{x}_i)^2$$

【0039】ステップ180、190で平均伝送遅延 $(m_i)$ とパケット遅延の分散値 $(\sigma_i^2)$ が各ネットワーク要素(N)に対し決定されると、パケットネットワーク10に対する端末間性能の測定値が各 $m_i$ と $\sigma_i^2$ を付加することによりステップ200で得られ、その結果端末間平均遅延(固定成分 $(m^c)$ と可変成分 $(m^v)$ との両方)と遅延の端末間分散値 $(\sigma^2)$ が得られる。

【0040】次にステップ200について詳述する。 $m_i$ と $\sigma_i^2$ をそれぞれi番目のネットワーク要素(N)の遅延の平均値と分散値であるとし、 $m_i^c$ と $m_i^v$ をそれぞれ平均遅延の定数部分と可変部分とする。したがってパケットネットワーク10に対する端末間平均遅延量 $(m)$ と分散値 $(\sigma^2)$ は次式で決定される。

【数8】

$$\begin{aligned} m &= \sum_{i=1}^N m_i \\ m^c &= \sum_{i=1}^N m_i^c \\ m^v &= \sum_{i=1}^N m_i^v \\ \sigma^2 &= \sum_{i=1}^N \sigma_i^2 \end{aligned}$$

(5)

待開平8-340353

10

\*【0041】ステップ200が終了すると、端末間平均パケット遅延 $(m)$ とその分散値 $(\sigma^2)$ がパケットネットワーク10に対し決定され、1個のアーラン確率分布がステップ210で端末間平均と平均の分散値に連立されそれにより顧客によりしばしば必要とされる遅延の高いパーセントタイル(例えば95パーセントタイル)が提供される。平均伝送遅延の可変部分 $(m^v)$ と分散値 $(\sigma^2)$ のみがアーラン分布に用いられる。平均伝送遅延の固定部分 $m^c$ が用いられないのは、伝送遅延の影響と処理遅延あるいは挿入遅延の一定成分の影響によるフィットをバイアスするのを避けるためである。このバイアスは、アーラン分布が高い次数を有するようにさせる傾向があり、これにより遅延の高いパーセントタイルの過小見積を引き起こすことになる。

【0042】このアーランモデルは2つのパラメータすなわち平均と次数 $(r)$ とを有する。この平均は $m^v$ にセットされ次数は次式で示される。

【数9】

$$(r) = \min[\max[1, \lceil (m^v/\sigma^2) \rceil], 10]$$

20

この次数 $(r)$ は、1と10の間を取る。1の値は、 $M/M/1$ の待ち行列に対応し、10の最大値は、最小の変動がネットワークモデル40内に維持されるようにする。

【0043】このようにして、得られた遅延量 $(d)$ の関数としてのアーラン分布は $E(m^v, r, d)$ として示す。あるの確率 $(p)$ に対応する遅延のp番目のパーセントタイルは、 $E^{-1}(m^v, r, p)$ として示す。このネットワーク遅延の性能測定値は、以下のように予測される。

平均遅延  $m$

遅延のp番目のパーセントタイル  $E^{-1}(m^v, r, p) + m^c$

【0044】以下の表は、 $r$ と $p$ の様々な代表値に対する $E^{-1}(m^v, r, p)$ と $r$ と $p$ との関係を表す。ここで $r$ と $p$ の所定の値に対しては、 $E^{-1}(m^v, r, p)$ は $m^v$ に比例する。

$r$	$p = 0.95$ 95%タイル/ $m^v$	$p = 0.90$ 90%タイル/ $m^v$
1	3.0	2.4

\*

(7)

特開平 8-340353

11

12

2	2. 4	1. 95
3	2. 1	1. 8
4	1. 95	1. 7
5	1. 85	1. 60
6	1. 8	1. 55
7	1. 7	1. 55
8	1. 65	1. 5
9	1. 65	1. 45
10	1. 60	1. 45

【0045】遅延の高いパーセントタイルがステップ210で決定されると、本発明のシステムは図7のステップ220として示す結果を出力する。全てのデータが読みだされない場合には（ステップ230）、本発明のシステムは、ステップ150から220までを繰り返し、全ての所望のデータが処理されるまでそれを行う。全てのデータがステップ230で読みだされると、本発明のシステムは、パケットの伝送遅延についてのパケットネットワーク10の性能を詳細に示すような完全のQOS概算レポートを生成する（ステップ240）。

【0046】

【発明の効果】以上の説明において本発明は、パケットネットワーク内の伝送遅延を測定および予測するようなコスト的にも安いそして他の系統に類を及ぼさないような測定システムであり、これによりネットワークに付加されるべきハードウェアおよびソフトウェアを不要とするものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術におけるパケットネットワーク伝送遅延を測定する方法を表わす図

【図2】本発明のアプローチをモデル化した装置を表わす図

10\*す図

【図3】本発明の1実施例を表わす構成図

【図4】本発明の1実施例に用いられるネットワークの待ち行列のモデルを表わす図

【図5】本発明の1実施例で実行されるステップを表わすフローチャート図

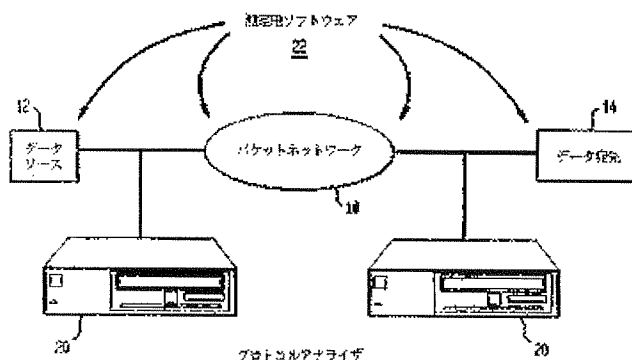
【図6】本発明の1実施例で実行されるステップを表わすフローチャート図

【図7】本発明の1実施例で実行されるステップを表わすフローチャート図

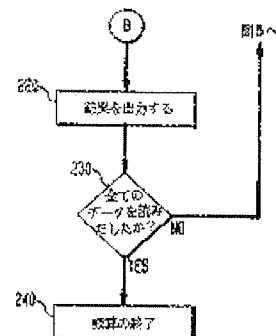
20 【符号の説明】

- 10 パケットネットワーク
- 12 データソース
- 14 データ宛先
- 20 プロトコルアナライザ
- 22 測定用ソフトウェア
- 30 保守用測定データ
- 32 データベース
- 40 ネットワークモデル
- 42 データサンプリング装置
- 50 ネットワークモデル/レポート装置

【図1】



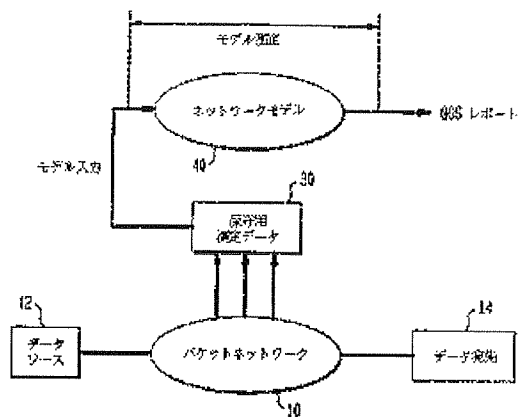
【図7】



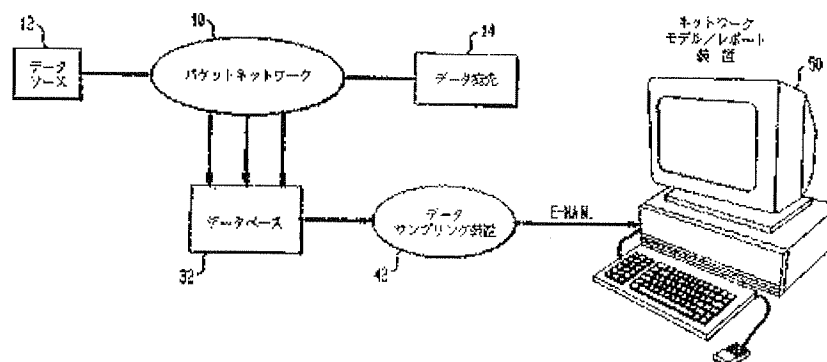
(8)

特開平8-340353

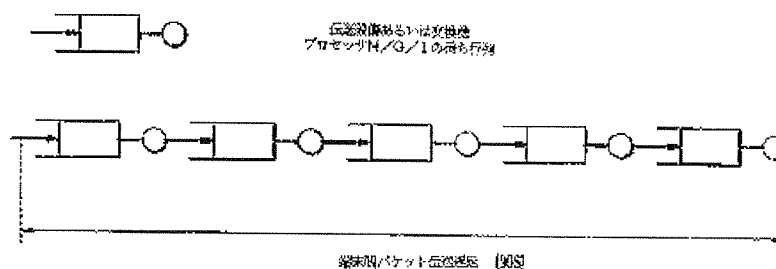
【図2】



【図3】



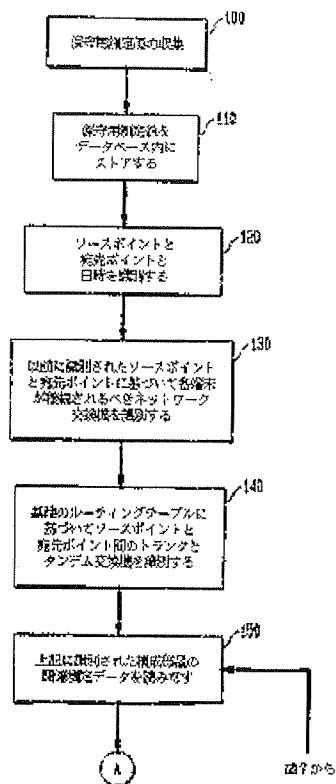
【図4】



(9)

特開平 8-340353

【図5】



【図6】

